



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 199 18 332 C 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
G 06 F 17/60
F 01 K 13/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

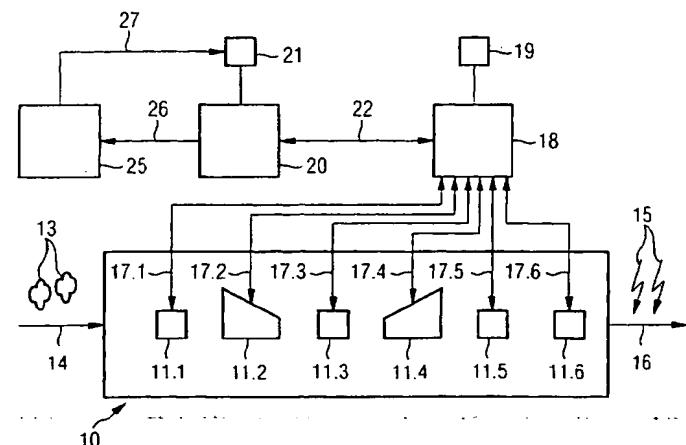
⑯ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Erfinder:
Kochenburger, Andreas, Dipl.-Ing., 76863
Herxheim, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 42 13 335 A1

⑯ Verfahren zur Kontrolle der im Betrieb einer Anlage entstehenden Kosten

⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
Kontrolle der im Betrieb einer Anlage (10) entstehenden
Kosten. Hierbei wird der Betriebszustand mindestens ei-
ner Komponente (11) der Anlage (10) über eine Zustands-
meldung (17) erfaßt. Erfindungsgemäß wird diese Zu-
standsmeldung (17) einem Rechenmodell (20) der Anlage
zugeführt, in dem die anfallenden Ist-Werte der Kosten er-
mittelt und mit vorgebaren Soll-Werten verglichen wer-
den. Die Abweichung zwischen Ist-Werten und Soll-Wer-
ten wird angezeigt.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle der im Betrieb einer Anlage entstehenden Kosten, insbesondere einer Anlage zum Umwandeln fossiler Brennstoffe in Energie, wobei der Betriebszustand mindestens einer Komponente der Anlage über eine Zustandsmeldung erfaßt wird.

Bei bekannten Anlagen, beispielsweise Energieerzeugungsanlagen, wird ein Prozeßleitsystem (PLS) zur Steuerung und Kontrolle der Umwandlung von fossilem Brennstoff in Energie, insbesondere Strom und/oder Wärme, verwendet. Dieses PLS gibt Auskunft über den aktuellen Zustand einzelner Komponenten der Anlage und den ablaufenden Umwandlungsprozeß. Allerdings ist der Umwandlungsprozeß an sich für den Betreiber der Anlage aus wirtschaftlicher Sicht nur ein Zwischenschritt in Richtung Ausgangsprodukt, beispielsweise elektrische Energie. Nachteilig an einem bekannten PLS ist insbesondere, daß lediglich anlagenspezifische Warnungen ausgegeben werden, beispielsweise bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte für Temperatur oder Druck. Eine Alarmierung zum Vermeiden unnötiger Kosten ist nicht realisiert. Vielmehr werden bei der Konzeption der Anlage bestimmte Parameter vorgegeben, die im Betrieb eingehalten werden sollen. Eine tatsächliche und unmittelbare Kostenkontrolle bei laufender Anlage ist nicht möglich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der angegebenen Art bereitzustellen, mit dem die Betriebskosten während des Betriebs einer Anlage kontrolliert werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Zustandsmeldung einem Rechenmodell der Anlage zugeführt wird, durch das Rechenmodell die in einer oder mehreren Komponenten der Anlage anfallenden Ist-Werte der Kosten unter Berücksichtigung der Einnahmen aus der Lieferung des Ausgangsprodukts, insbesondere der Energie, ermittelt und mit vorgebbaren Soll-Werten für die Kosten verglichen werden und die Abweichung zwischen Ist-Werten und Soll-Werten angezeigt wird.

Die Zustandsmeldungen der einzelnen Komponenten ermöglichen eine Berechnung der in den Komponenten entstehenden Ist-Werte der Kosten sowie der Gesamtkosten der Anlage. Beim Ermitteln der Ist-Werte der Kosten werden die Einnahmen aus der Lieferung des Ausgangsprodukts, insbesondere der Energie, berücksichtigt. So sind aus wirtschaftlicher Sicht nicht nur die entstehenden Ausgaben, sondern auch die realisierten Einnahmen berücksichtigt. In Einzelfällen kann ein vom Idealfall abweichender Betrieb der Anlage, der höhere Ausgaben verursacht, durch gesteigerte Einnahmen gerechtfertigt sein. Die berechneten Ist-Werte der Kosten werden mit theoretisch ermittelten Soll-Werten verglichen und die Abweichung angezeigt. Hierdurch wird unabhängig von dem tatsächlich ablaufenden Umwandlungsprozeß eine Kontrolle über die entstehenden Kosten erreicht. Gleichzeitig wird durch den Vergleich der Ist-Werte der Kosten mit den Soll-Werten Auskunft über die Wirtschaftlichkeit der Anlage gegeben. Zustandsmeldungen im Sinne der Erfindung können hierbei analoge und binäre Meßgrößen und abgeleitete Statussignale von Anlageteilen und Komponenten sein.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 10 hervor.

In erster vorteilhafter Ausgestaltung werden beim Ermitteln der Ist-Werte der Kosten die Ausgaben für betriebliche Einsatzstoffe, insbesondere den Brennstoff, berücksichtigt.

Diese Ausgaben geben Auskunft über den tatsächlichen, unmittelbar betriebsbedingten finanziellen Einsatz.

Nach einer zweiten vorteilhaften Ausgestaltung werden beim Ermitteln der Ist-Werte der Kosten die Ausgaben für die Anlage, insbesondere für Abschreibung, Eigenbedarf, Personal und/oder Wartung, berücksichtigt. Hierdurch werden neben den Ausgaben für Brennstoff auch die Abnutzung der Anlage und der Komponenten, der Personalaufwand und andere laufende Unkosten mit einbezogen. Das Rechenmodell erkennt dann einen schonenden Betrieb der Anlage, der beispielsweise die Abnutzung verringert oder eine Verlängerung der Wartungsintervalle erlaubt. Trotz möglicherweise höherer Brennstoffausgaben können insgesamt geringere Betriebskosten erreicht werden.

15 Vorteilhaft wird bei Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung der Ist-Werte der Kosten von den Soll-Werten eine Warnung ausgegeben. Diese Warnung sensibilisiert das Betriebspersonal und macht es auf einen unwirtschaftlichen Betrieb der Anlage aufmerksam. Das Kostenbewußtsein des Betriebspersonals wird daher wesentlich verbessert.

20 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird bei Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung der Ist-Werte der Kosten von den Soll-Werten eine manuelle Eingabe eines Benutzers angefordert. Die manuelle Eingabe dient als Bestätigung dafür, daß der unwirtschaftliche Betrieb tatsächlich beabsichtigt ist, beispielsweise zu Testzwecken der Anlage. Weiter verbessert diese Eingabe nochmals das Kostenbewußtsein des Betriebspersonals.

25 In vorteilhafter Ausgestaltung wird bei Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung der Ist-Werte der Kosten von den Soll-Werten eine Aufforderung zum Prüfen der Komponente mit der Abweichung ausgegeben. Das erfindungsgemäß Verfahren weist nicht nur auf gesteigerte Kosten hin, sondern liefert Lösungsvorschläge zur Kostensenkung. Die entsprechenden technischen Informationen können in das Rechenmodell eingegeben und bei der Simulation des Umwandlungsprozesses berücksichtigt werden. Fehlfunktionen der Anlage können rasch erkannt und behoben werden.

30 Die Zustandsmeldungen und/oder Rechenergebnisse des Rechenmodells können einem Vorschlagsystem zum automatischen Ermitteln eines oder mehrerer Vorschläge zum Verbessern der Wirtschaftlichkeit der Anlage zugeführt werden; insbesondere können Vorschläge ermittelt werden, die einen Weiterbetrieb der Anlage trotz Verschlechterung einer oder mehrerer Kostenpositionen im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage nahelegen oder es können Vorschläge ermittelt werden, die einen mittel- oder unmittelbaren Handlungsbedarf, z. B. eine durchzuführende Wartung, anraten.

35 Diese Ausgestaltung ermöglicht eine Kombination der zu den einzelnen Komponenten erhaltenen Zustandsmeldungen. Da die Komponenten durch den in der Anlage ablaufenden Prozeß miteinander verbunden sind, ist davon auszugehen, daß der Betriebszustand einer stromaufwärts liegenden Komponente den Betriebszustand einer stromabwärts liegenden Komponente beeinflußt. Durch eine Kombination der einzelnen Zustandsmeldungen miteinander werden derartige Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten zuverlässig erkannt und Fehldiagnosen vermieden. Alternativ oder zusätzlich zu den Zustandsmeldungen können auch Rechenergebnisse des Rechenmodells verwendet werden.

40 Nach einer vorteilhaften Weiterbildung wird das Ermitteln des oder der Vorschläge auf einer Anzeige optisch und/oder akustisch angezeigt und/oder an ein übergeordnetes System übermittelt. Hierdurch wird das Betriebspersonal auf von dem Vorschlagsystem ermittelte Vorschläge aufmerksam gemacht. Die Übermittlung an ein übergeordnetes

System ermöglicht eine zentrale Erfassung und Verwaltung voneinander räumlich getrennter Anlagen.

Vorteilhaft wird der Betrieb der Anlage von einem separaten Prozeßleitsystem überwacht. Das Rechenmodell läuft unabhängig von der Anlage und greift nicht selbstständig in den Betrieb der Anlage ein. Hierdurch wird ein zuverlässiger Betrieb der Anlage sichergestellt. Weiter kann das erfundungsgemäße Verfahren bei bestehenden Anlagen nachgerüstet werden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung werden die Zustandsmeldungen an das Prozeßleitsystem und von dort an das Rechenmodell übertragen. Die bei bereits bestehenden Anlagen erfassten Zustandsmeldungen sind im Regelfall für das Rechenmodell ausreichend. Zusätzliche Meßinstrumente sind nicht erforderlich, so daß das Rechenmodell mit minimalem Aufwand nachgerüstet werden kann.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben, das in schematischer Weise in der Zeichnung dargestellt ist. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anlage und eines Umwandlungsprozesses;

Fig. 2 ein Flußdiagramm des erfundungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 3 ein Flußdiagramm zum automatischen Erstellen von Vorschlägen.

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine schematische Darstellung einer Anlage 10 zur Umwandlung eines fossilen Brennstoffs 13 in Energie 15. Die Anlage 10 umfaßt eine Reihe unterschiedlicher Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6. Der Brennstoff 13 wird der Anlage 10 in Pfeilrichtung 14 zugeführt. In der Anlage 10 findet ein Umwandlungsprozeß statt, in dem der Brennstoff 13 mittels der Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 in Energie 15 umgewandelt wird. Die Energie 15 wird in Pfeilrichtung 16 an nicht näher dargestellte Verbraucher abgegeben.

Zur Überwachung und Steuerung beziehungsweise Regelung der Anlage 10 und ihrer Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 sowie des Umwandlungsprozesses ist ein Prozeßleitsystem (PLS) 18 vorgesehen. Der Betriebszustand der Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 wird über Zustandsmeldungen 17.1, 17.2, ..., 17.6 an das PLS 18 gemeldet. Das PLS 18 ist mit einer Ein- und Ausgabeeinheit 19 zum Anzeigen des Betriebszustands sowie zum Eingeben von Befehlen verbunden.

Bei der Ausführungsform gemäß dem erfundungsgemäßen Verfahren ist zusätzlich zu dem PLS 18 ein Rechenmodell 20 der Anlage 10 vorgesehen. Das Rechenmodell 20 ist wie das PLS 18 mit einer Ein- und Ausgabeeinheit 21 verbunden. Es umfaßt ein theoretisches Modell der Anlage 10 und ihrer Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 und ermittelt die in den Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 anfallenden Kosten sowie die Gesamtkosten der Anlage 10. Die erforderlichen Informationen werden von dem PLS 18 an das Rechenmodell 20 geliefert, wie schematisch durch den Pfeil 22 dargestellt. Eigene Meßgeräte sind daher für den Betrieb des Rechenmodells 20 in der Regel nicht erforderlich. Je nach Ausführungsform kann das Rechenmodell 20 auch Informationen an das PLS 18 zurückübermitteln.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist weiter ein Vorschlagsystem 25 vorgesehen. Diesem Vorschlagsystem 25 werden die Zustandsmeldungen 17.1, 17.2, ..., 17.6 und/oder Rechenergebnisse des Rechenmodells 20 zugeführt, wie durch den Pfeil 26 angedeutet. Ausgehend von den Zustandsmeldungen 17.1, 17.2, ..., 17.6 und/oder den Rechenergebnissen ermittelt das Vorschlagsystem 25 einen oder mehrere Vorschläge zum Verbessern der Wirtschaftlichkeit der Anlage 10. Diese Vorschläge werden an das Ein- und Ausgabemodul 21 weitergeleitet, wie durch den Pfeil 27

dargestellt.

Zum Erhöhen der Genauigkeit können nicht nur aktuelle Informationen über den derartigen Betriebszustand der Anlage 10 verwendet werden, sondern auch prognostizierte Informationen.

Fig. 2 zeigt ein Flußdiagramm des erfundungsgemäßen Verfahrens. In Schritt I wird der Betriebszustand der Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 über Zustandsmeldungen 17.1, 17.2, ..., 17.6 erfaßt. Diese Zustandsmeldungen 17.1, 17.2, ..., 17.6 werden in Schritt II an das Rechenmodell 20 übermittelt. Das Rechenmodell 20 ermittelt gemäß Schritt III die in den einzelnen Komponenten 11.1, 11.2, ..., 11.6 anfallenden Ist-Kosten. In Schritt IV werden die ermittelten Ist-Kosten mit vorgegebenen Soll-Werten für die Kosten verglichen. Ist der Unterschied kleiner als eine vorgegebene Abweichung, so wird dies gemäß Verzweigung 1 an eine Anzeige 23 übermittelt. Diese Anzeige 23 kann in das Ein- und Ausgabe-Modul 21 integriert sein oder über das PLS 18 dem Ein- und Ausgabemodul 19 zugeführt werden. Bei größeren Unterschieden wird gemäß Verzweigung 0 eine Warnung ausgegeben, die ein Quittieren 24 erfordert. Zusammen mit der Warnung kann eine Prüfaufforderung ausgegeben werden.

Beim Ermitteln der Kosten in Schritt III können unterschiedliche Einflüsse berücksichtigt werden. Gemäß Schritt A werden die Ausgaben für den Brennstoff 13 berücksichtigt. In Schritt B werden zusätzlich die Ausgaben für die Anlage 10, wie Wartung, Abschreibung, Eigenbedarf, Personal, etc., berücksichtigt. Schritt C ermöglicht das Einbeziehen der durch die Lieferung der Energie 15 erzielten Einnahmen. Somit können alle wirtschaftlichen Faktoren der Einnahmen- und Ausgabenseite in dem Rechenmodell 20 berücksichtigt werden.

Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm zum automatischen Erstellen von Vorschlägen gemäß dem Vorschlagsystem 25. Zunächst werden in Schritt VI die von dem Rechenmodell 20 erhaltenen Zustandsmeldungen 17 sowie gegebenenfalls weitere Werte mit vorab gespeicherten Referenzmustern verglichen. Diese Referenzmuster werden anlagenspezifisch für unterschiedliche Betriebszustände abgelegt. Anschließend führt das Vorschlagsystem 25 in Schritt VII einen Vergleich zwischen den Referenzmustern und den erhaltenen Informationen durch. Falls hierbei keine Übereinstimmung festgestellt wird, wird gemäß Abzweigung Null zu Schritt VI zurückgesprungen. Stellt das Vorschlagsystem 25 eine bestimmte Übereinstimmungsgüte fest, wird gemäß Abzweigung 1 in Schritt VIII das nächstliegende Referenzmuster ausgewählt und der oder die entsprechenden Vorschläge ausgegeben. Die Ausgabe kann entweder auf dem Ein- und Ausgabemodul 21 erfolgen, wie in Fig. 1 dargestellt. Alternativ ist selbstverständlich auch eine Ausgabe auf dem Ein- und Ausgabemodul 19 des PLS 18 möglich. Das Ermitteln sowie die Ausgabe des oder der Vorschläge werden optisch oder/oder akustisch angezeigt und hier durch die Aufmerksamkeit des Betriebspersonals geweckt. Alternativ oder zusätzlich kann gemäß Schritt IX ein Bericht erstellt und abgespeichert sowie in Schritt X an ein übergeordnetes System wie beispielsweise ein PC-Netzwerk oder Produktions-Management-System zur weiteren Behandlung übertragen werden.

Die vom Vorschlagsystem 25 erstellten Vorschläge können aus einer Menge anlagenspezifischer vorprogrammierter Handlungsanweisungen an das Betriebspersonal ausgewählt werden. Sie können aber auch automatisch erzeugte Informationen enthalten, wie den Informationscode der betroffenen Komponente 11.1, 11.2, ..., 11.6 der Anlage 10, aktuelle und theoretisch erreichbare Betriebsparameter sowie die Zustandsmeldungen 17.1, 17.2, ..., 17.6.

Durch eine Kombination der einzelnen Zustandsmeldungen **17.1**, **17.2**, ... **17.6** miteinander sowie gegebenenfalls das Hinzuziehen weiterer Rechenergebnisse des Rechenmodells **20** wird ein zuverlässiges Bild der Anlage **10** geschaffen. Dieses Bild berücksichtigt, daß sich die Komponenten **11.1**, **11.2**, ... **11.6** der Anlage **10** gegenseitig beeinflussen. Ein unbefriedigender Betriebszustand der Komponente **11.6** muß nicht zwingend auf einen Fehler der Komponente **11.6** zurückzuführen sein, sondern kann durch einen der stromaufwärts gelegenen Komponenten **11.1**, **11.2**, ... **11.5** hervorgerufen werden. Derartige Zustände der Anlage **10** werden durch eine Kombination der einzelnen Zustandsmeldungen **17.1**, **17.2**, ... **17.6** miteinander zuverlässig vermieden.

Wird beispielsweise eine Verschlechterung der logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz (LMTD) des Kühlwassers am Kondensator eines Kraftwerks erkannt, so wird der Vorschlag erstellt, bei nächster Gelegenheit den Hauptkondensator zu reinigen. Das Vorschlagsystem 25 berücksichtigt hierbei gleichzeitig den nächsten geplanten Anlagenstillstand und ermittelt, ob ein sofortiges Abschalten und eine sofortige Reinigung oder ein vom Idealzustand abweichender Betrieb der Anlage 10 wirtschaftlich sinnvoller ist. Der vom Vorschlagsystem 25 gemachte Vorschlag wird auf Grund seines hohen wirtschaftlichen Verbesserungspotentials generiert, da eine schlechte LMTD ein Indiz für ein schlechtes Vakuum des Hauptkondensators und damit für einen verschlechterten Gesamtwirkungsgrad der Anlage 10 ist.

Große Abweichungen der errechneten Ist-Kosten von den vorgegebenen Soll-Werten werden auf dem Ein- und Ausgabe-Modul 21 angezeigt und erfordern ein Quittieren durch das Betriebspersonal. Hierdurch werden nicht nur die Kosten im laufenden Betrieb der Anlage 10 kontrolliert, sondern auch das Kostenbewußtsein des Betriebspersonals wesentlich verbessert.

Patientansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle der im Betrieb einer Anlage (10) entstehenden Kosten, insbesondere einer Anlage zum Umwandeln fossiler Brennstoffe (13) in Energie (15), wobei der Betriebszustand mindestens einer Komponente (11) der Anlage (10) über eine Zustandsmeldung (17) erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsmeldung (17) einem Rechenmodell (20) der Anlage (10) zugeführt wird, durch das Rechenmodell (20) die in einer oder mehreren Komponenten (11) der Anlage anfallenden Ist-Werte der Kosten unter Berücksichtigung der Einnahmen aus der Lieferung des Ausgangsprodukts, insbesondere der Energie (15), ermittelt und mit vorgebbaren Soll-Werten für die Kosten verglichen werden und die Abweichung zwischen Ist-Werten und Soll-Werten angezeigt wird. 40

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ermitteln der Ist-Werte der Kosten die Ausgaben für betriebliche Einsatzstoffe, insbesondere den Brennstoff (13) berücksichtigt werden. 55

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ermitteln der Ist-Werte der Kosten die Ausgaben für die Anlage (10), insbesondere für Abschreibung, Eigenbedarf, Personal und/oder Wartung berücksichtigt werden. 60

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung der Ist-Werte der Kosten von den Soll-Werten eine Warnung ausgegeben wird. 65

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-

durch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten einer vor-
gebaren Abweichung der Ist-Werte der Kosten von
den Soll-Werten eine manuelle Eingabe eines Benut-
zers angefordert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten einer vorgebaren Abweichung der Ist-Werte der Kosten von den Soll-Werten eine Auflorderung (24) zum Prüfen der Komponente (11) mit der Abweichung ausgegeben wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsmeldungen (17) und/oder Rechenergebnisse des Rechenmodells (20) einem Vorschlagsystem (25) zum automatischen Ermitteln eines oder mehrerer Vorschläge zum Verbessern der Wirtschaftlichkeit der Anlage (10) zugeführt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ermitteln des oder der Vorschläge auf einer Anzeige (21) optisch und/oder akustisch angezeigt oder an ein übergeordnetes System übermittelt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrieb der Anlage (10) von einem separaten Prozeßleitsystem (18) überwacht wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsmeldungen (17) an das Prozeßleitsystem (18) und von dort an das Rechenmodell (20) übertragen werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

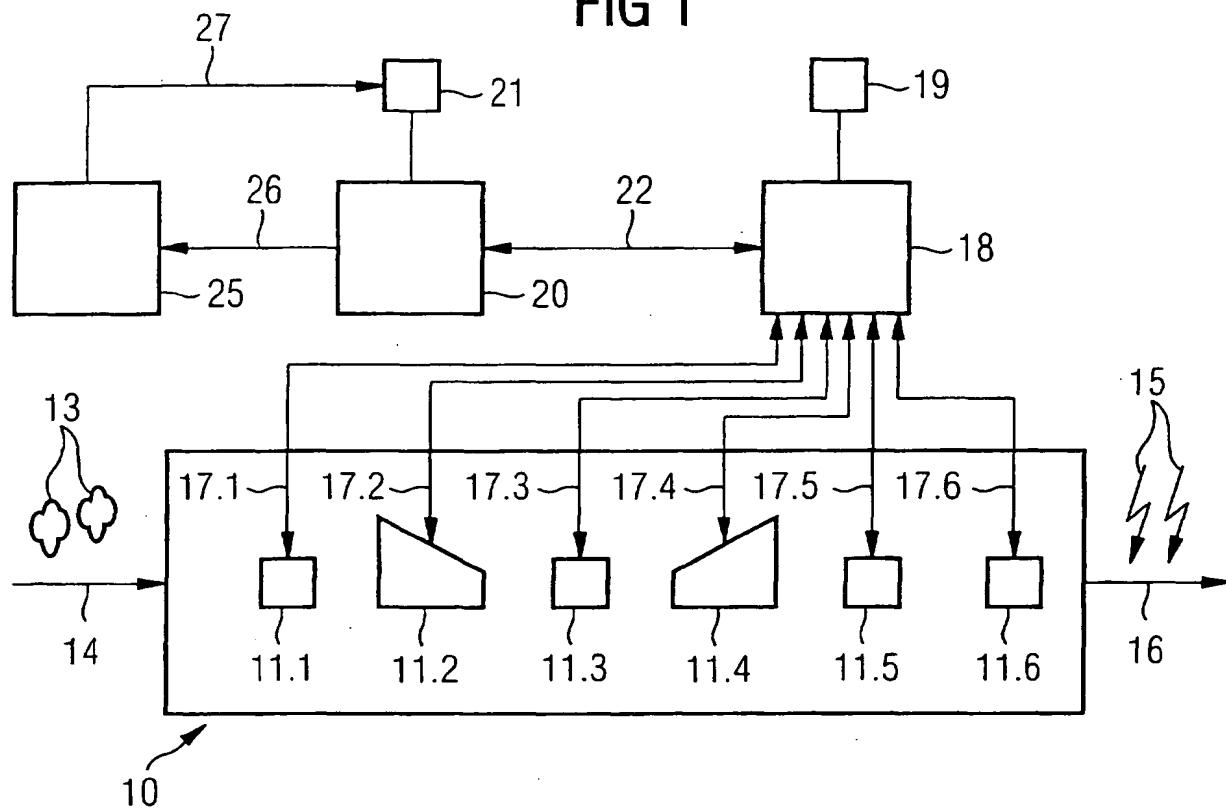


FIG 2

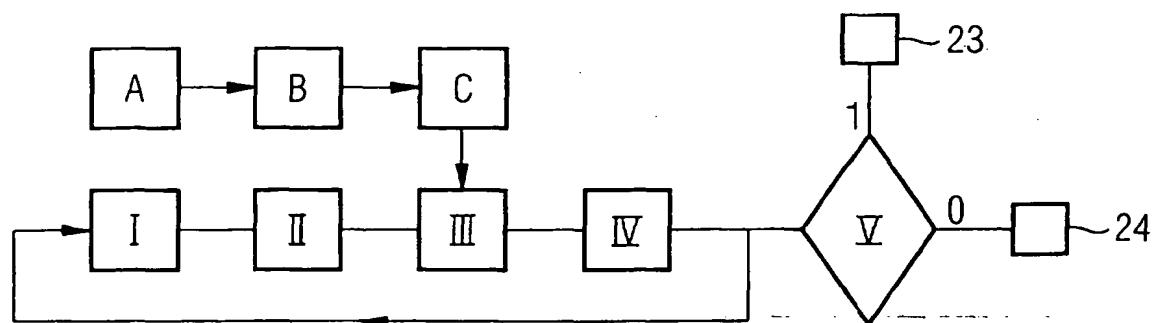


FIG 3

